

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-086825

(43)Date of publication of application : 31.03.1995

(51)Int.Cl.

H01Q 3/30

H01Q 3/26

(21)Application number : 05-230158 (71)Applicant : MIYOSHI DENSHI KK

(22)Date of filing : 16.09.1993 (72)Inventor : NAKAO HIROAKI

## (54) DIRECTIONAL DIVERSITY ANTENNA

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a directional diversity antenna capable of controlling directivity.

**CONSTITUTION:** On the surface of a printed board 45 whose backside is covered with a ground plate 44, a radiation element 42a and the radiation element 42b are provided with the distance of  $1/4$  the length of the wavelength of microwaves. The radiation element 42a and the radiation element 42b are connected by micro strip lines 53 and 54 and the phase shift circuit 1 of  $1/4$ . The micro strip line 53 is connected to the micro strip line 55 at a connection point B and the micro strip line 54 is connected to the micro strip line 56 at the connection point C. One end of the micro strip line 51 connected to the micro strip line 52 at the connection point A is connected to an antenna output terminal

43. Electronic switches 11 and 12 are provided between the micro strip line 52 and the micro strip lines 55 and 56.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's  
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The directive diversity antenna which is a directive diversity antenna which outputs the radio frequency signal of a microwave band to a receiver, and was equipped with two or more radiating elements prepared on space or a cope plate, the phase shifter connected between said radiating elements, the switching

circuit connected to said phase shifter, and the antenna output terminal connected to said switching circuit.

[Claim 2] Said each radiating element is a directive diversity antenna according to claim 1 characterized by being prepared so that it may have symmetry to said phase shifter.

[Claim 3] Said phase shifter is a directive diversity antenna according to claim 1 characterized by making the sum of the phase shift angle of said phase shifter, and the phase shift angle equivalent to spacing of said radiating element equal to the phase shift angle equivalent to the integral multiple of the half-wave length of said microwave including a lumped constant circuit, striplines, or these things that were combined.

[Claim 4] Said switching circuit is a directive diversity antenna according to claim 1 characterized by being prepared between [ at least one ] said antenna output terminal and said each radiating element.

[Claim 5] said radiating element -- lines, such as a unipole antenna, a helical antenna, and a reversed F-shaped antenna, -- the directive diversity antenna containing the antennas formed on printed circuit boards, such as an antenna or a tabular antenna, a microstrip antenna, a batch antenna, and a slot antenna, or these things that were combined according to claim 1.

[Claim 6] Furthermore, the directive diversity antenna according to claim 1 equipped with at least one circuit for impedance matching between said each radiating element and said antenna output terminals.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] Especially this invention relates to the directive diversity

antenna for the receiver which operates with a semi- microwave band about a directive diversity antenna.

[0002]

[Description of the Prior Art] A diversity antenna is a receiving antenna for performing a good communication link by the situation of phasing acquiring two or more signals with as much as possible little correlation by a certain approach, and choosing or compounding this. Furthermore, it uses that the situation of phasing of received \*\*\*\*\* changes with the frequency of an angle of incidence and a signal, or time differences for every location of each antenna which constitutes a diversity antenna, plane of polarization of an arrival electric wave, and radio propagation path.

[0003] By the way, there is a thing called edited by Institute of Electronics and Communication Engineers, the antenna handbook of the Ohm-Sha \*\*, and a microstrip line antenna that is indicated by 109 pages. Drawing 5 is drawing having shown the outline of the microstrip line antenna. Especially drawing 5 (a) is the top view of a microstrip line antenna, and drawing 5 (b) is the side elevation of a microstrip line antenna.

[0004] With reference to drawing 5 , the antenna output terminal 43 which outputs the radio frequency signal of a microwave band to a receiver is formed in the front face of the printed circuit board 45 covered with the grand cope plate 44 in the background. The antenna output terminal 43 is connected to the end of a microstrip line 41, and termination of the end which will be accepted microstrip line 41 is carried out by the radiating element 42. Next, actuation is explained. If incidence of the microwave is carried out to a radiating element 42, the magnetic current will flow between the circumference of a radiating element 42, and the grand cope plate 44. This magnetic current reaches the antenna output terminal 43 through a microstrip line 41. The antenna output terminal 43 outputs a radio frequency signal to a receiver by this.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The problem that reception of a radio

frequency signal was difficult for the microstrip line antenna shown in drawing 5 in the trough of the electric wave by the delay distribution by the multi-pass produced by propagation of a radio frequency signal or the standing wave since the part of a radiating element is one thing etc. was produced.

[0006] Therefore, this invention is offering the directive diversity antenna which solves the above problems and can receive the radio frequency signal of a semi-microwave band.

[0007]

[Means for Solving the Problem] The directive diversity antenna concerning invention of claim 1 is a diversity antenna which outputs the radio frequency signal of a microwave band to a receiver, is equipped with the antenna output terminal connected to two or more radiating elements prepared on space or a cope plate, the phase shifter connected between radiating elements, the switching circuit connected to a phase shifter, and a switching circuit, and is constituted.

[0008] In claim 2, each radiating element of claim 1 is prepared so that it may have symmetric property to a phase shifter.

[0009] In claim 3, the phase shifter of claim 1 makes the sum of the phase shift angle of a phase shifter, and the phase shift angle equivalent to spacing of a radiating element equal to the phase shift angle equivalent to the integral multiple of the half-wave length of microwave including a lumped constant circuit, striplines, or these things that were combined.

[0010] In claim 4, the switching circuit of claim 1 is prepared between [ at least one ] an antenna output terminal and each radiating element.

[0011] claim 5 -- the radiating element of claim 1 -- lines, such as a unipole antenna, a helical antenna, and a reversed F-shaped antenna, -- the antennas formed on printed circuit boards, such as an antenna or a tabular antenna, a microstrip antenna, a batch antenna, and a slot antenna, or these things that were combined are included.

[0012] In claim 6, the directive diversity antenna concerning invention of claim 1

is further equipped with at least one circuit for impedance matching between each radiating element and an antenna output terminal.

[0013]

[Function] The directive diversity antenna concerning this invention can change directivity by switching the phase shifter formed among two or more radiating elements.

[0014]

[Example] Drawing 1 is drawing having shown the outline of the directive diversity antenna by the 1st example of this invention, especially drawing 1 (a) is the top view of that directive diversity antenna, and drawing 1 (b) is the side elevation of that directive diversity antenna.

[0015] With reference to drawing 1, in the front face of the printed circuit board 45 covered with the grand cope plate 44, radiating element 42a and radiating element 42b separate a background in one fourth of the lengths of the wavelength  $\lambda$  of microwave, and it is prepared. Between the radiating element 42a and radiating element 42b,  $\lambda/4$  of the phase-shifting circuits (it is hereafter called  $\lambda/4$  circuit for short) 1 are formed.  $\lambda/4$  radiating element 42a and ] 4 circuit 1 is connected by the microstrip line 53, and  $\lambda/4$  radiating element 42b and ] 4 circuit 1 is connected by the microstrip line 54. Microstrip lines 53 and 54 have Nodes B and C, respectively, and are connected to the microstrip lines 55 and 56 of a L character mold in the nodes B and C. The antenna output terminal 43 is formed in the side in which microstrip lines 55 and 56 were formed, and the end of a microstrip line 51 is connected. Two microstrip lines 51 and 52 which are microstrip lines 51 and which the end is connected to the microstrip line 52 in Node A, and have already been connected are making the configuration of a T character mold. An electronic switch 11 is formed between a microstrip line 52 and a microstrip line 55, and an electronic switch 12 is formed between a microstrip line 52 and a microstrip line 56. In addition, microstrip lines 51-56 can also play the role of the impedance matching between radiating elements 42a and 42b and the antenna output terminal 43.

[0016] Drawing 2 is drawing for explaining actuation of the directive diversity antenna by the 1st example of this invention. Hereafter, actuation is explained.

[0017] When both the electronic switches 11 and 12 are ON states, radiating elements 42a and 42b are in phase, and are excited. Therefore, sharp directivity appears in the direction 31 of the front to the longitudinal direction of an antenna. By the ON state, when an electronic switch 12 is an OFF state, as for radiating element 42a, it is excited by opposition outside, and outside, an electronic switch 11 is in phase and, as for radiating element 42b, is excited. Therefore, the directivity of an antenna appears in sharp directional characteristics in the direction 32 of the method of the forward left. When this is explained in detail, the electric field besides radiating element 42b are composition of the electric field emitted from radiating elements 42a and 42b first. When an electronic switch 11 is an ON state, the phase of the electric wave to which electric power is supplied by radiating element 42b It becomes what was behind [ that to which electric power is supplied by  $\lambda/4$  circuit 1 at radiating element 42a ] in 90 degrees. On the other hand, since the air clearance of radiating element 42a and radiating element 42b is  $\lambda/4$ , the phase of the electric field emitted from radiating element 42a out of radiating element 42b also becomes what was behind [ that to which electric power is supplied by radiating element 42a ] in about 90 degrees of phases. That is, on the outside of radiating element 42b, since it becomes composition of the electric field of an inphase, electric field become strong. Similarly, on the outside of radiating element 42a, since it becomes composition of the electric field of opposition, electric field become weak. Therefore, in an ON state, the directivity of an antenna is sharp in the direction 32 of the method of the forward left, and an electronic switch 11 appears, when an electronic switch 12 is an OFF state. By the OFF state, when an electronic switch 12 is an ON state, radiating element 42a has an electronic switch 11 in phase to an outside, it is excited, and radiating element 42b is excited by opposition outside. Therefore, the directivity of an antenna appears in sharp directional characteristics in the direction 33 of the method of the forward right.

[0018] Thus, the directivity of three directions of the front, the method of the forward left, and the method of the forward right can be given to an antenna by controlling ON of electronic switches 11 and 12, and an OFF state.

[0019] Drawing 3 is the outline block diagram of the diversity antenna by the 2nd example of this invention, especially drawing 3 (a) is the top view of that diversity antenna, and drawing 3 (b) is the side elevation of that diversity antenna.

[0020] With reference to drawing 3, radiating elements 42a, 42b, 42c, and 42d are formed in four corners of the front face of the printed circuit board 45 covered with the grand cope plate 44 in the background at  $\lambda/4$  of spacing, respectively.  $\lambda/4$  circuit 1 is established in the part of middle to radiating elements 42a, 42b, 42c, and 42d. Radiating element 42a and radiating element 42c are connected by the microstrip line 58, and radiating element 42b and 42d of radiating elements are connected by the microstrip line 59. A microstrip line 58 has Node D and is connected to the microstrip line 53 by which the end was connected to  $\lambda/4$  circuit 1. A microstrip line 59 has Node E and is connected to the microstrip line 54 by which the end was connected to  $\lambda/4$  circuit 1. Microstrip lines 53 and 54 have Nodes B and C, respectively, and that of the configuration from the nodes B and C to the antenna output terminal 43 are the same as that of the example shown in drawing 1 almost. As a uniquely different part, since radiating elements 42a, 42b, 42c, and 42d were formed in the printed circuit board 45, the microstrip line 57 which connects a microstrip line 52 and the antenna output terminal 43 is long compared with the microstrip line 51 shown in drawing 1. In addition, microstrip lines 52-59 can also play the role of the impedance matching between radiating elements 42a, 42b, 42c, and 42d and the antenna output terminal 43.

[0021] Next, actuation is explained. Since spacing of radiating element 42a and radiating element 42c is  $\lambda/4$  of die length, radiating element 42a and radiating element 42c are in phase, and are excited. Since the same is said of radiating element 42b and 42d [ of radiating elements ] relation, the antenna should express sharp directivity in the direction of the front to the vertical



direction. On the other hand, although radiating elements 42a and 42c and radiating elements [ 42b and 42d ] spacing is also  $\lambda/4$  of die length, the directivity of an antenna changes with ON of electronic switches 11 and 12, and OFF states. That is, if both the electronic switches 11 and 12 are in the condition of ON, radiating elements 42a and 42c and radiating elements 42b and 42d will be in phase, and it will be excited. Therefore, the directivity of an antenna shows sharp directional characteristics in the direction 31 of the front shown in drawing 2 to the longitudinal direction. These directional characteristics are sharper than the example shown in drawing 1 . By the ON state, when an electronic switch 12 is an OFF state, as for radiating elements 42a and 42c, it is excited by opposition outside, and outside, an electronic switch 11 is in phase and, as for radiating elements 42b and 42d, is excited. Therefore, although the directivity of an antenna is the direction 32 of the method of the forward left shown in drawing 2 to the longitudinal direction, it shows sharp directional characteristics compared with the example shown in drawing 1 . By the OFF state, when an electronic switch 12 is an ON state, outside, it is in phase and, as for radiating elements 42a and 42c, is excited, and as for radiating elements 42b and 42d, an electronic switch 11 is excited by opposition outside. Therefore, although the directivity of an antenna is the direction 33 of the method of the forward right shown in drawing 2 to the longitudinal direction, sharp directional characteristics are shown compared with the example shown in drawing 1 .

[0022] Thus, the directivity of three directions of sharp directivity and the sharp front, the method of the forward left, and the method of the forward right can be made to have by controlling ON of electronic switches 11 and 12, and an OFF state also in this example compared with the example shown in the antenna at drawing 1 .

[0023] Drawing 4 is the outline block diagram of the diversity antenna by the 3rd example of this invention, and especially drawing 4 (a) is the top view of that diversity antenna, and is the side elevation of that diversity antenna. With reference to drawing 4 , a different part from the example shown in drawing 3 is

explained.

[0024] Radiating element 42a and radiating element 42c are not connected by the microstrip line, but  $\lambda/4$  circuit 2 is formed.  $\lambda/4$  circuit 2 and radiating element 42a are connected by the microstrip line 66, and  $\lambda/4$  circuit 2 and radiating element 42c are connected by the microstrip line 67. A microstrip line 66 is connected to the microstrip line 62 of a L character mold in Node H, and a microstrip line 67 is connected to the microstrip line 63 of a L character mold in Node I. The end which is not connected to  $\lambda/4$  circuit 1 of a microstrip line 53 is connected to a microstrip line 60 in Node F. Electronic switches 15 and 14 are formed between each of a microstrip line 60 and microstrip lines 63 and 62.

[0025] Similarly, radiating element 42b and 42d of radiating elements are not connected to a microstrip line, but  $\lambda/4$  circuit 3 is formed.  $\lambda/4$  circuit 3 and radiating element 42b are connected by the microstrip line 68, and  $\lambda/4$  circuit 3 and 42d of radiating elements are connected by the microstrip line 69. A microstrip line 68 is connected to the microstrip line 64 of a L character mold in Node J, and a microstrip line 69 is connected to the microstrip line 63 of a L character mold in Node K. The end which is not connected to  $\lambda/4$  circuit 1 of a microstrip line 54 is connected to a microstrip line 61 in Node G. Electronic switches 17 and 18 are formed between each of a microstrip line 61 and microstrip lines 64 and 65. In addition, microstrip lines 52-57, and 60-69 can also play the role of the impedance matching between radiating elements 42a, 42b, 42c, and 42d and the antenna output terminal 43.

[0026] Next, actuation is explained. If electronic switches 14, 15, 17, and 18 are ON states, this condition is the same as the 2nd example shown in drawing 3. That is, when both the electronic switches 11 and 12 are ON states, radiating elements 42a and 42c and radiating elements 42b and 42d are in phase, and are excited. Therefore, an antenna shows sharp directivity in the direction of the front. By the ON state, when an electronic switch 12 is an OFF state, as for radiating elements 42a and 42c, it is excited by opposition in the direction of an outside,

and in the direction of an outside, an electronic switch 11 is in phase and, as for radiating elements 42b and 42d, is excited. Therefore, the directivity of an antenna shows sharp directional characteristics in the direction of the method of the forward left. By the OFF state, when an electronic switch 12 is an ON state, in the direction of an outside, it is in phase and, as for radiating elements 42a and 42c, is excited, and as for radiating elements 42b and 42d, an electronic switch 11 is excited by opposition in the direction of an outside. Therefore, the directivity of an antenna shows sharp directional characteristics in the direction of the method of the forward right.

[0027] Next, electronic switches 11 and 12 control the condition of electronic switches 14, 15, 17, and 18 by the ON state. First, as for radiating elements 42a and 42b, electronic switches 14 and 17 are excited by opposition in the direction of an outside, when electronic switches 15 and 18 are OFF states in an ON state, and in the direction of an outside, radiating elements 42c and 42d are in phase, and are excited. Therefore, the directivity of an antenna shows sharp directional characteristics to front down one. By the OFF state, when electronic switches 15 and 18 are ON states, in the direction of an outside, they are in phase and, as for radiating elements 42a and 42b, are excited, and as for radiating elements 42c and 42d, electronic switches 14 and 17 are excited by opposition in the direction of an outside. Therefore, the directivity of an antenna shows sharp directional characteristics to front above one.

[0028] Next, it combines about the above thing. That is, electronic switches 11, 14, and 17 show directional characteristics with the directivity of an antenna sharp in the direction of the lower left, when electronic switches 12, 15, and 18 are OFF states in an ON state. Electronic switches 11, 15, and 18 show directional characteristics with the directivity of an antenna sharp in the direction of the upper left, when electronic switches 12, 14, and 17 are OFF states in an ON state. Electronic switches 12, 14, and 17 show directional characteristics with the directivity of an antenna sharp in the direction of the lower right, when electronic switches 11, 15, and 18 are OFF states in an ON state. Electronic

switches 12, 15, and 18 show directional characteristics with the directivity of an antenna sharp in the direction of the upper right, when electronic switches 11, 14, and 17 are OFF states in an ON state.

[0029] As mentioned above, directivity is controllable in the 9 of the direction of the front, and the direction which combined the direction of four directions directions by controlling ON of electronic switches 11, 12, 14, 15, 17, and 18, and an OFF state.

[0030] in addition -- although the case where a microstrip antenna was used as a radiating element in this example was explained -- as a radiating element -- lines, such as a unipole antenna, a helical antenna, and a reversed F-shaped antenna, -- the same effectiveness is acquired even if it uses the antennas formed on printed circuit boards, such as an antenna, a tabular antenna or a batch antenna, and a slot antenna, or these things that were combined.

[0031] Moreover, even if it uses a microstrip line, a lumped constant circuit, or a distributed constant circuit, the same effectiveness is acquired, and a phase-shifting circuit should just also determine the phase shift include angle of a phase-shifting circuit by relation with spacing of an antenna radiating element.

[0032] Furthermore, required directivity is obtained, even if it deletes a part or adds an electronic switch circuit with required directivity.

[0033] Furthermore, for impedance matching although [ an example ] a microstrip line may be made to be equipped with the role, other matching circuits may be prepared between a radiating element and a phase shifter, between the input/output terminals of a phase shifter, etc.

[0034]

[Effect of the Invention] Since directivity is controllable and good reception can be performed according to this invention as mentioned above even if it is the trough of a standing wave in propagation of a low frequency signal, an antenna diversity effect is realizable.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the outline block diagram of the diversity antenna by the 1st example of this invention.

[Drawing 2] It is drawing for explaining the directivity of the diversity antenna by the example of this invention.

[Drawing 3] It is the outline block diagram of the diversity antenna by the 2nd example of this invention.

[Drawing 4] It is the outline block diagram of the diversity antenna by the 3rd example of this invention.

[Drawing 5] It is the outline block diagram of the conventional microstrip antenna.

[Description of Notations]

1, 2, 3  $\lambda/4$  of phase-shifting circuits

11, 12, 14, 15, 17, 18 Electronic switch

41, 51, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69 Microstrip line

42, 42a, 42b Radiating element

43 Antenna Output Terminal

44 Ground Cope Plate

45 Printed Circuit Board

---

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-86825

(43) 公開日 平成7年(1995)3月31日

(51) Int.Cl. <sup>a</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 Q	3/30	2109-5 J		
	3/26	A 2109-5 J		

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平5-230158

(22) 出願日 平成5年(1993)9月16日

(71) 出願人 591218857

ミヨシ電子株式会社

広島県三次市東酒屋町306番地

(72) 発明者 中尾 博昭

広島県三次市島数町1573-2

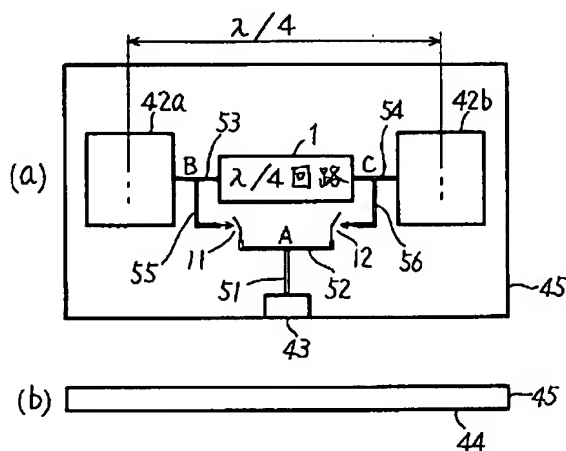
(74) 代理人 弁理士 深見 久郎 (外2名)

(54) 【発明の名称】 指向性ダイバーシティアンテナ

(57) 【要約】

【目的】 指向性を制御できる指向性ダイバーシティアンテナを提供する。

【構成】 裏側をグランド地板44で覆われたプリント基板45の表面には、放射素子42aと放射素子42bがマイクロ波の波長 $\lambda$ の $1/4$ の長さ隔てて設けられる。放射素子42aと放射素子42bは、マイクロストリップライン53、54と $\lambda/4$ の移相回路1によって接続される。マイクロストリップライン53はマイクロストリップライン55と接続点Bで接続され、マイクロストリップライン54はマイクロストリップライン56と接続点Cで接続される。マイクロストリップライン52と接続点Aで接続されるマイクロストリップライン51の一端は、アンテナ出力端子43に接続される。マイクロストリップライン52とマイクロストリップライン55、56との間には、電子スイッチ11、12が設けられる。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 マイクロ波帯の無線周波数信号を受信機に出力する指向性ダイバーシティアンテナであって、空間または地板上に設けられた複数の放射素子と、前記放射素子間に接続される移相器と、前記移相器に接続されるスイッチ回路と、前記スイッチ回路に接続されるアンテナ出力端子とを備えた指向性ダイバーシティアンテナ。

【請求項 2】 前記各放射素子は、前記移相器に対して対称性を有するように設けられることを特徴とする、請求項 1 記載の指向性ダイバーシティアンテナ。

【請求項 3】 前記移相器は、集中定数回路、ストリップラインまたはこれらの組合せたものを含み、前記移相器の移相角と前記放射素子の間隔に相当する移相角との和を前記マイクロ波の半波長の整数倍に相当する移相角に等しくすることを特徴とする、請求項 1 記載の指向性ダイバーシティアンテナ。

【請求項 4】 前記スイッチ回路は、前記アンテナ出力端子と前記各放射素子との間に少なくとも 1 つ設けられることを特徴とする、請求項 1 記載の指向性ダイバーシティアンテナ。

【請求項 5】 前記放射素子は、ユニポールアンテナ、ヘリカルアンテナ、逆 F 形アンテナ等の線状アンテナまたは板状アンテナ、マイクロストリップアンテナ、パッチアンテナ、スロットアンテナ等のプリント基板上に設けられたアンテナ、若しくはこれらの組合せたものを含む、請求項 1 記載の指向性ダイバーシティアンテナ。

【請求項 6】 さらに、前記各放射素子と前記アンテナ出力端子との間にインピーダンス整合のための回路を少なくとも 1 つ備える、請求項 1 記載の指向性ダイバーシティアンテナ。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【産業上の利用分野】 この発明は、指向性ダイバーシティアンテナに関し、特に、準マイクロ波帯で動作する受信機のための指向性ダイバーシティアンテナに関する。

**【0002】**

【従来の技術】 ダイバーシティアンテナは、何らかの方法によりフェージングの状況ができるだけ相関の少ない 2 以上の信号を得て、これを選択または合成することで良質の通信を行なうための受信アンテナである。さらに、ダイバーシティアンテナを構成するそれぞれのアンテナの位置、到来電波の偏波面、電波の伝播経路ごとに入射角、信号の周波数または時間的な相違によって受信電界のフェージングの状況が異なることを利用したものである。

【0003】 ところで、電子通信学会編、オーム社刊のアンテナハンドブック、109 頁に記載されるようなマイクロストリップラインアンテナというものがある。図 5 は、そのマイクロストリップラインアンテナの概略を

示した図である。特に、図 5 (a) は、マイクロストリップラインアンテナの平面図であり、図 5 (b) は、マイクロストリップラインアンテナの側面図である。

【0004】 図 5 を参照して、裏側をグランド地板 44 で覆われたプリント基板 45 の表面には、受信機にマイクロ波帯の無線周波数信号を出力するアンテナ出力端子 43 が設けられる。アンテナ出力端子 43 は、マイクロストリップライン 41 の一端に接続されており、マイクロストリップライン 41 のもう一端は放射素子 42 によって終端されている。次に動作について説明する。放射素子 42 にマイクロ波が入射されると、放射素子 42 の周辺とグランド地板 44 との間に磁流が流れる。この磁流はマイクロストリップライン 41 を介してアンテナ出力端子 43 に達する。これによってアンテナ出力端子 43 は、受信機に無線周波数信号を出力する。

**【0005】**

【発明が解決しようとする課題】 図 5 に示したマイクロストリップラインアンテナは、放射素子の部分が一箇所のものであるため、無線周波数信号の伝播によって生じるマルチパスによる遅延分散あるいは定在波による電波の谷等では無線周波数信号の受信が困難であるという問題等を生じていた。

【0006】 ゆえに、この発明は、上記のような問題を解決し、準マイクロ波帯の無線周波数信号を受信することができるような指向性ダイバーシティアンテナを提供することである。

**【0007】**

【課題を解決するための手段】 請求項 1 の発明に係る指向性ダイバーシティアンテナは、マイクロ波帯の無線周波数信号を受信機に出力するダイバーシティアンテナであって、空間または地板上に設けられた複数の放射素子と、放射素子間に接続される移相器と、移相器に接続されるスイッチ回路と、スイッチ回路に接続されるアンテナ出力端子を備えて構成される。

【0008】 請求項 2 では、請求項 1 の各放射素子は移相器に対して対称性を有するように設けられる。

【0009】 請求項 3 では、請求項 1 の移相器は、集中定数回路、ストリップラインまたはこれらの組合せたものを含み、移相器の移相角と放射素子の間隔に相当する移相角との和をマイクロ波の半波長の整数倍に相当する移相角に等しくする。

【0010】 請求項 4 では、請求項 1 のスイッチ回路は、アンテナ出力端子と各放射素子との間に少なくとも 1 つ設けられる。

【0011】 請求項 5 では、請求項 1 の放射素子は、ユニポールアンテナ、ヘリカルアンテナ、逆 F 形アンテナ等の線状アンテナまたは板状アンテナ、マイクロストリップアンテナ、パッチアンテナ、スロットアンテナ等のプリント基板上に設けられたアンテナ、若しくはこれらの組合せたものを含む。

【0012】請求項6では、請求項1の発明に係る指向性ダイバーシティアンテナは、さらに、各放射素子とアンテナ出力端子との間にインピーダンス整合のための回路を少なくとも1つ備える。

【0013】

【作用】この発明に係る指向性ダイバーシティアンテナは、複数の放射素子間に設けられた移相器を切換えることで指向性を変化させることができる。

【0014】

【実施例】図1は、この発明の第1の実施例による指向性ダイバーシティアンテナの概略を示した図であり、特に、図1(a)は、その指向性ダイバーシティアンテナの平面図であり、図1(b)は、その指向性ダイバーシティアンテナの側面図である。

【0015】図1を参照して、裏側をグランド地板44で覆われたプリント基板45の表面には、放射素子42aと放射素子42bがマイクロ波の波長 $\lambda$ の $1/4$ の長さ隔てて設けられる。その放射素子42aと放射素子42bとの間には、 $\lambda/4$ の移相回路（以下、 $\lambda/4$ 回路と略称する）1が設けられる。放射素子42aと $\lambda/4$ 回路1はマイクロストリップライン53によって接続され、放射素子42bと $\lambda/4$ 回路1はマイクロストリップライン54によって接続される。マイクロストリップライン53、54はそれぞれ接続点B、Cを有しており、その接続点B、CでL字型のマイクロストリップライン55、56に接続されている。マイクロストリップライン55、56の設けられた側にはアンテナ出力端子43が設けられており、マイクロストリップライン51の一端が接続される。マイクロストリップライン51のもう一端は、接続点Aでマイクロストリップライン52に接続されており、接続された2つのマイクロストリップライン51、52はT字型の形状をなしている。マイクロストリップライン52とマイクロストリップライン55の間には電子スイッチ11が設けられ、マイクロストリップライン52とマイクロストリップライン56の間には電子スイッチ12が設けられる。なお、マイクロストリップライン51～56は、放射素子42a、42bとアンテナ出力端子43の間におけるインピーダンス整合の役割を果たすこともできる。

【0016】図2は、この発明の第1の実施例による指向性ダイバーシティアンテナの動作を説明するための図である。以下、動作について説明する。

【0017】電子スイッチ11、12がともにオン状態のときには、放射素子42a、42bは同相で励起される。したがって、アンテナの左右方向に対して前方方向31にシャープな指向性が表れる。電子スイッチ11がオン状態で電子スイッチ12がオフ状態のときには放射素子42aは外側へ逆相で励起され、放射素子42bは外側へ同相で励起される。したがって、アンテナの指向性は、左前方方向32にシャープな指向特性で現れる。

このことについて詳しく説明すると、まず、放射素子42bの外の電界は、放射素子42a、42bより放射される電界の合成である。電子スイッチ11がオン状態のとき、放射素子42bに給電される電波の位相は、 $\lambda/4$ 回路1によって放射素子42aに給電されるものより $90^\circ$ 遅れたものとなり、一方、放射素子42bの外に放射素子42aより放射される電界の位相も、放射素子42aと放射素子42bの空間距離が $\lambda/4$ なので放射素子42aに給電されるものより $90^\circ$ 位相が遅れたものとなる。つまり、放射素子42bの外側では同相の電界の合成となるので電界が強くなる。同様に、放射素子42aの外側では逆相の電界の合成となるので電界が弱くなる。したがって、電子スイッチ11がオン状態で電子スイッチ12がオフ状態のときには、アンテナの指向性は左前方方向32に鋭く現れる。電子スイッチ11がオフ状態で電子スイッチ12がオン状態のときには、放射素子42aは外側へ同相で励起され、放射素子42bは外側へ逆相で励起される。したがって、アンテナの指向性は右前方方向33にシャープな指向特性で現れる。

【0018】このように、電子スイッチ11、12のオン、オフ状態を制御することで、アンテナに前方、左前方、右前方という3方向の指向性を持たせることができる。

【0019】図3は、この発明の第2の実施例によるダイバーシティアンテナの概略ブロック図であり、特に、図3(a)はそのダイバーシティアンテナの平面図であり、図3(b)はそのダイバーシティアンテナの側面図である。

【0020】図3を参照して、裏側をグランド地板44で覆われたプリント基板45の表面の4隅には、放射素子42a、42b、42c、42dがそれぞれ $\lambda/4$ の間隔で設けられる。放射素子42a、42b、42c、42dに対して真ん中の部分に $\lambda/4$ 回路1が設けられる。放射素子42aと放射素子42cはマイクロストリップライン58によって接続され、放射素子42bと放射素子42dはマイクロストリップライン59によって接続される。マイクロストリップライン58は、接続点Dを有し、一端を $\lambda/4$ 回路1に接続されたマイクロストリップライン53に接続される。マイクロストリップライン59は、接続点Eを有し、一端を $\lambda/4$ 回路1に接続されたマイクロストリップライン54に接続される。マイクロストリップライン53、54は、それぞれ接続点B、Cを有し、その接続点B、Cからアンテナ出力端子43までの構成は、図1に示した実施例とほぼ同様である。唯一異なる部分として、放射素子42a、42b、42c、42dをプリント基板45に設けたために、マイクロストリップライン52とアンテナ出力端子43とを接続するマイクロストリップライン57が図1に示したマイクロストリップライン51に比べて長くなっている。なお、マイクロストリップライン52～59



は、放射素子 42a, 42b, 42c, 42d とアンテナ出力端子 43 の間におけるインピーダンス整合の役割を果たすこともできる。

【0021】次に動作を説明する。放射素子 42a と放射素子 42c との間隔が  $\lambda/4$  の長さであるため、放射素子 42a と放射素子 42c は同相で励起される。放射素子 42b と放射素子 42d との関係も同様であるため、アンテナは上下方向に対して前方方向に鋭い指向性を表わすはずである。一方、放射素子 42a, 42c と放射素子 42b, 42d との間隔も  $\lambda/4$  の長さであるが、電子スイッチ 11, 12 のオン、オフ状態によってアンテナの指向性は変化する。すなわち、電子スイッチ 11, 12 がともにオンの状態であれば、放射素子 42a, 42c と放射素子 42b, 42d とは同相で励起される。したがって、アンテナの指向性は左右方向に対して図 2 に示した前方方向 31 に鋭い指向特性を示す。この指向特性は図 1 に示した実施例よりも鋭いものである。電子スイッチ 11 がオン状態で電子スイッチ 12 がオフ状態のときには、放射素子 42a, 42c は外側へ逆相で励起され、放射素子 42b, 42d は外側へ同相で励起される。したがって、アンテナの指向性は、左右方向に対して図 2 に示した左前方方向 32 であるが、図 1 に示した実施例に比べて鋭い指向特性を示す。電子スイッチ 11 がオフ状態で電子スイッチ 12 がオン状態のときには、放射素子 42a, 42c は外側へ同相で励起され、放射素子 42b, 42d は外側へ逆相で励起される。したがって、アンテナの指向性は左右方向に対して図 2 に示した右前方方向 33 であるが、図 1 に示した実施例に比べて鋭い指向特性を示す。

【0022】このようにこの実施例においても、電子スイッチ 11, 12 のオン、オフ状態を制御することで、アンテナに図 1 に示した実施例に比べて鋭い指向性かつ前方、左前方、右前方という 3 方向の指向性を備えさせることができる。

【0023】図 4 は、この発明の第 3 の実施例によるダイバーシティアンテナの概略ブロック図であり、特に、図 4 (a) は、そのダイバーシティアンテナの平面図であり、そのダイバーシティアンテナの側面図である。図 4 を参照して、図 3 に示した実施例と異なる部分について説明する。

【0024】放射素子 42a と放射素子 42c をマイクロストリップラインで接続するのではなく、 $\lambda/4$  回路 2 を設ける。 $\lambda/4$  回路 2 と放射素子 42a とをマイクロストリップライン 66 で接続し、 $\lambda/4$  回路 2 と放射素子 42c とをマイクロストリップライン 67 で接続する。マイクロストリップライン 66 は、接続点 H で L 字型のマイクロストリップライン 62 に接続され、マイクロストリップライン 67 は、接続点 I で L 字型のマイクロストリップライン 63 に接続される。マイクロストリップライン 53 の  $\lambda/4$  回路 1 に接続されていない一端

は、接続点 F でマイクロストリップライン 60 に接続される。マイクロストリップライン 60 とマイクロストリップライン 63, 62 のそれぞれの間には、電子スイッチ 15, 14 が設けられる。

【0025】同様に、放射素子 42b と放射素子 42d をマイクロストリップラインに接続するのではなく、 $\lambda/4$  回路 3 を設ける。 $\lambda/4$  回路 3 と放射素子 42b とをマイクロストリップライン 68 で接続し、 $\lambda/4$  回路 3 と放射素子 42d とをマイクロストリップライン 69 で接続する。マイクロストリップライン 68 は、接続点 J で L 字型のマイクロストリップライン 64 に接続され、マイクロストリップライン 69 は、接続点 K で L 字型のマイクロストリップライン 63 に接続される。マイクロストリップライン 54 の  $\lambda/4$  回路 1 に接続されていない一端は、接続点 G でマイクロストリップライン 61 に接続される。マイクロストリップライン 61 とマイクロストリップライン 64, 65 のそれぞれの間には、電子スイッチ 17, 18 が設けられる。なお、マイクロストリップライン 52 ~ 57, 60 ~ 69 は、放射素子 42a, 42b, 42c, 42d とアンテナ出力端子 43 の間のインピーダンス整合の役割を果たすこともできる。

【0026】次に動作について説明する。電子スイッチ 14, 15, 17, 18 がオン状態であれば、この状態は図 3 に示した第 2 の実施例と同じである。すなわち、電子スイッチ 11, 12 がともにオン状態のときには、放射素子 42a, 42c と放射素子 42b, 42d は同相で励起される。したがって、アンテナは、前方方向に鋭い指向性を示す。電子スイッチ 11 がオン状態で電子スイッチ 12 がオフ状態のときには、放射素子 42a, 42c は外側方向へ逆相で励起され、放射素子 42b, 42d は外側方向へ同相で励起される。したがって、アンテナの指向性は、左前方方向に鋭い指向特性を示す。電子スイッチ 11 がオフ状態で電子スイッチ 12 がオン状態のときには、放射素子 42a, 42c は外側方向へ同相で励起され、放射素子 42b, 42d は外側方向へ逆相で励起される。したがって、アンテナの指向性は、右前方方向へ鋭い指向特性を示す。

【0027】次に、電子スイッチ 11, 12 がオン状態で、電子スイッチ 14, 15, 17, 18 の状態を制御する。まず、電子スイッチ 14, 17 がオン状態で、電子スイッチ 15, 18 がオフ状態のときには、放射素子 42a, 42b は外側方向へ逆相で励起され、放射素子 42c, 42d は外側方向へ同相で励起される。したがって、アンテナの指向性は、前方下方向に鋭い指向特性を示す。電子スイッチ 14, 17 がオフ状態で電子スイッチ 15, 18 がオン状態のときには、放射素子 42a, 42b は外側方向へ同相で励起され、放射素子 42c, 42d は外側方向へ逆相で励起される。したがってアンテナの指向性は前方上方向に鋭い指向特性を示す。

【0028】次に、以上のことについて組合せてみる。すなわち、電子スイッチ11, 14, 17がオン状態で、電子スイッチ12, 15, 18がオフ状態のときには、アンテナの指向性は左下方向に鋭い指向特性を示す。電子スイッチ11, 15, 18がオン状態で、電子スイッチ12, 14, 17がオフ状態のときには、アンテナの指向性は左上方向に鋭い指向特性を示す。電子スイッチ12, 14, 17がオン状態で、電子スイッチ11, 15, 18がオフ状態のときには、アンテナの指向性は右下方向に鋭い指向特性を示す。電子スイッチ12, 15, 18がオン状態で、電子スイッチ11, 14, 17がオフ状態のときには、アンテナの指向性は右上方向に鋭い指向特性を示す。

【0029】以上のように、電子スイッチ11, 12, 14, 15, 17, 18のオン、オフ状態を制御することによって、前方方向と、上下左右方向を組合せた方向の9方向に指向性を制御できる。

【0030】なお、この実施例においては放射素子としてマイクロストリップアンテナを用いる場合について説明したが、放射素子として、ユニポールアンテナ、ヘリカルアンテナ、逆F形アンテナ等の線状アンテナあるいは板状アンテナ、あるいはパッチアンテナ、スロットアンテナ等のプリント基板上に設けられたアンテナ、あるいはこれらの組み合わせたものを用いても同様な効果が得られる。

【0031】また、移相回路は、マイクロストリップライン、集中定数回路あるいは分布定数回路等を用いても同様な効果が得られ、移相回路の移相角度もアンテナ放射素子の間隔との関係で決めればよい。

【0032】さらに、電子スイッチ回路を必要な指向性により、一部を削除したり追加したとしても、必要な指向性は得られる。

【0033】さらに、インピーダンス整合のために、実施例ではマイクロストリップラインにその役割を備えさせてもよいとしたが、他の整合回路を放射素子と移相器の間、あるいは移相器の入出力端子の間等に設けてもよい。

#### 【0034】

【発明の効果】以上のようにこの発明によれば、指向性を制御することができるので、低周波信号の伝播において定在波の谷であっても良好な受信を行なうことができるため、アンテナダイバーシティ効果を実現できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施例によるダイバーシティアンテナの概略ブロック図である。

【図2】この発明の実施例によるダイバーシティアンテナの指向性を説明するための図である。

【図3】この発明の第2の実施例によるダイバーシティアンテナの概略ブロック図である。

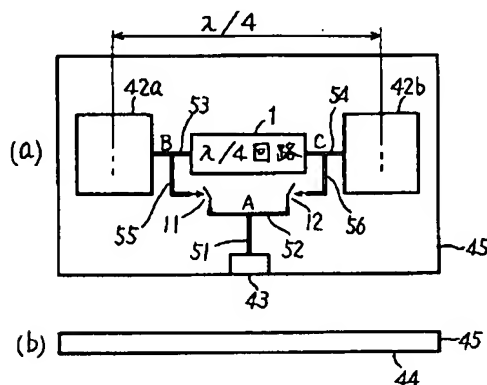
【図4】この発明の第3の実施例によるダイバーシティアンテナの概略ブロック図である。

【図5】従来のマイクロストリップアンテナの概略ブロック図である。

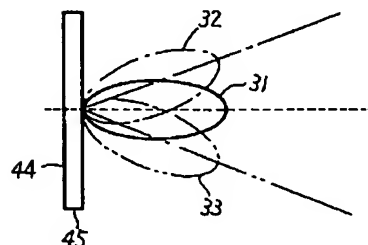
#### 【符号の説明】

- 1, 2, 3  $\lambda/4$ の移相回路
- 11, 12, 14, 15, 17, 18 電子スイッチ
- 41, 51, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69 マイクロストリップライン
- 42, 42a, 42b 放射素子
- 43 アンテナ出力端子
- 44 グランド地板
- 45 プリント基板

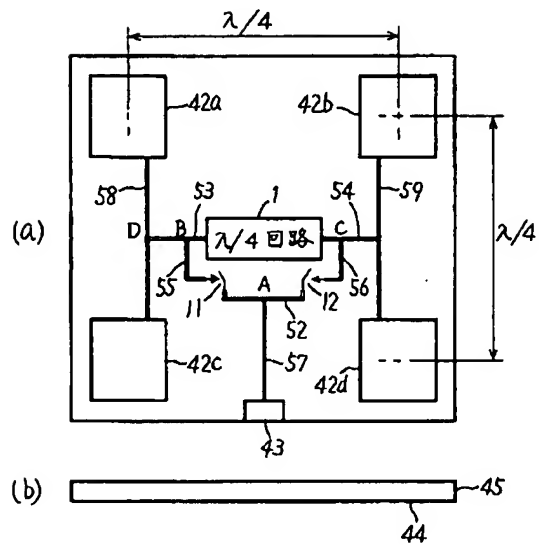
【図1】



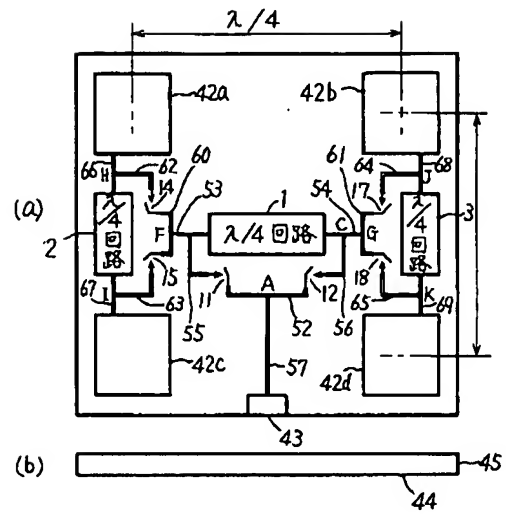
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

